



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ville Rajala

AUTOMAATIOLINJAN TUOTTAVA KUNNOSSAPITO

Yritysyksikkö Oy

Tekniikka
2020

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Ville Rajala
Opinnäytetyön nimi	Automaatiolinjan tuottava kunnossapito
Vuosi	2020
Kieli	suomi
Sivumäärä	36 + 3 liitettä
Ohjaaja	Timo Gröndahl

Opinnäytetyön aihe kumpuaa tuotannon automaatioasteen kasvusta ja sen luomasta tarpeesta kunnossapidon kehittämiseksi. Yritysyksikkö Oy:n toimeksiantona opinnäytteelle oli laatia automatisoidulle, tuotteiden valmistuksessa käytettävälle, tuotantolinjalle ehkäisevään kunnossapitoon perustuva huolto-ohjelma. Aihe rajattiin käyttäjäkunnossapitoon eli tuotantolinjaa operoivan henkilöstön suorittamaan huoltoon.

Työssä tutkitaan Lean-ajatteluun perustuvia käsitteitä kuten 5S ja kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito (TPM), joiden tavoitteena on hukan vähentäminen prosesseista. Teoreettista viitekehystä tuetaan myös tarkastelemalla standardien antamia määritelmiä kunnossapidon käsitteistä sekä tärkeimmistä tunnusluvuista. Kehitysosiossa huolto-ohjelman laatimisen perusteina tukeudutaan tuotannosta saatavilla olleen sekä työn alkuvaiheen tiedonkeräysjakson tuottaman tiedon analysointiin sekä tehtaan operaattorien ja tuotannonkehityshenkilöstön haastatteluihin.

Opinnäytetyön tuloksena avattiin tuottavan kunnossapidon teoriapohjaa ehkäisevän kunnossapidon kehittämisen tueksi Yritysyksikkö Oy:ssä sekä laadittiin ensimmäinen versio käyttäjäkunnossapidollisesta jaksotetusta huolto-ohjelmasta. TPM-ajatteluun perustuvan huolto-ohjelman tavoitteena oli vähentää tuotantolinjan laitevika-aikaa parantaen linjan tehokkuutta. Lisäksi opinnäytteessä tuodaan esille työn aikana muodostuneita jatkokehitysideoita.

ABSTRACT

Author	Ville Rajala
Title	Productive Maintenance of Automated Production Line
Year	2019
Language	Finnish
Pages	36 + 3 Appendices
Name of Supervisor	Timo Gröndahl

The topic of this thesis relates to the increase in the degree of automation in production and the demand it has created for the development of maintenance procedures. Corporation Oy unit's assignment for the thesis was to develop a maintenance program based on preventive maintenance for an automated production line used for manufacturing of power equipment. The topic was limited to autonomous maintenance which includes tasks performed by production line operators.

The work explores concepts based on lean thinking, such as 5S and Total Productive Maintenance (TPM), which aim to reduce waste in processes. The theoretical framework is also supported by looking at the definitions of maintenance concepts and key performance indicators provided by the standards. In the development section, the basis for developing the maintenance program is based on an analysis of the data available from the production and the initial data collection period, as well as interviews with factory operators and production development personnel.

As an outcome of this thesis, a theory of productive maintenance was examined to support the development of preventive maintenance in the Corporation Oy unit. Furthermore, the first version of a sequenced maintenance program was developed. The objective of the TPM-based maintenance program was to reduce equipment failure time on the production line, improving the overall efficiency of production. In addition, the thesis presents further development ideas formed during the thesis work.

Keywords autonomous maintenance, Lean, TPM, preventive maintenance

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	9
2	LEAN-AJATTELU JA TUOTTAVA KUNNOSSAPITO	10
2.1	Leanin viisi pääperiaatetta	10
2.2	Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito.....	12
2.2.1	5S tuottavan kunnossapidon perustana	13
2.2.2	Tuottavan kunnossapidon kahdeksan tukipilaria	14
2.2.3	Käytettävyys, nopeus ja laatu mittareina	16
2.2.4	Kuusi suurta hävikkiä.....	17
2.2.5	Asetusajan vähentäminen.....	18
3	KUNNOSSAPIDON TEORIA	20
3.1	Vikaantumisen.....	20
3.2	Kunnossapidon tavoitteet.....	20
3.3	Kunnossapitolajit	21
3.4	Ehkäisevä kunnossapito	22
3.5	Korjaava kunnossapito.....	23
3.6	Parantava kunnossapito.....	23
3.7	Kunnossapidon tunnuslukuja	23
3.7.1	Kunnossapito ja pääoma	23
3.7.2	Tuotantojärjestelmän tehokkuus ja luotettavuus.....	24
4	HUOLTO-OHJELMAN KEHITTÄMISEN VAIHEET.....	26
4.1	Tuotantolinjan toiminnalliset vaatimukset.....	26
4.2	Valmistusprosessin ja laitteiston kuvaus	27
4.3	Lähtötilanne ja kehitystarve	27
4.4	Kunnossapitotoimenpiteiden kartoitus.....	29
4.5	Vika-vaikutusanalyysi.....	30
4.6	Tarkastuslistojen laatiminen	31
4.7	Ennakkohuolto-ohjelman jalkauttaminen tuotantoon	31

5	MITTAROINTI.....	32
6	JATKOKEHITYS	33
6.1	Huolto-ohjelma osana laitehallintajärjestelmää	33
6.2	Varaosaprosessi.....	34
7	KEHITTÄMISTYÖN TULOKSET	35
	LÄHTEET.....	36
	LIITTEET	

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Leanin viisi pääperiaatetta. (Lean Global Network 2018, muokattu.)	11
Kuvio 2. 5S-prosessin vaiheet. (Laine 2010, 82., muokattu.)	13
Kuvio 3. Tuottavan kunnossapidon kahdeksan tukipilaria. (Vorne Industries Inc. 2018, muokattu.)	15
Kuvio 4. KNL-kaavio, kuusi suurta hävikkiä. (Laine 2010, 20., muokattu.)	17
Kuvio 5. SMED-menetelmän vaiheet ja niiden vaikutus vaihtoprosessiin kuluvaan aikaan. Kuviossa ulkoiset tehtävät oranssiksi ja sisäiset vihreäksi värjättyinä. (Lopes, Freitas & Sousa 2015, 123.)	19
Kuvio 6. Kunnossapitolajit Suomen Standardisoimisliiton mukaan. (SFS-EN13306:2017:en, 59., muokattu.)	21
Kuvio 7. Kunnossapitolajit PSK Standardisoinnin mukaan. (PSK 6201:2011, 22.)	22
Kuvio 8. Tuotantolinja X:n pohjapiirustus ja toiminnot (Yritysyksikkö Oy 2020, sensuroitu.)	27
Kuvio 9. Huolto-osaston suorittaman korjaavan kunnossapidon osuus verrattuna suunniteltuun kunnossapitoon. (Yritysyksikkö Oy, 2019)	28
Kuvio 10. Esimerkki kunnossapidon kehityksen lähtötilanteesta ja tavoitteesta (Yritysyksikkö Oy, TPM Academy)	29
Kuvio 11. Häiriötyyppien esiintyvyyden Pareto-kaavio seurantajakson aikana. (Yritysyksikkö Oy, 2018)	30
Kuvio 12. Demonstraatio kokonaistehokkuuden visuaalisesta esitystavasta (Yritysyksikkö Oy, 2020)	32
Kuvio 13. Käyttäjäkuvaus käyttöliittymäavusteisesta kunnossapitojärjestelmästä.	34
 Taulukko 1. Kunnossapidon ja pääoman tunnusluvut. (PSK 7501:2010, 6., muokattu)	24
Taulukko 2. Tuotantojärjestelmän luotettavuuden tunnusluvut. (PSK 7501:2010, 7., muokattu)	25

Taulukko 3. Tuotantolinjan toiminnan edellytykset strategia näkökulmasta. (Laine 2010, 124., muokattu)	26
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LIITELUETTELO

LIITE 1. Kunnossapitotoimenpiteiden tarkastuslista (salainen)

LIITE 2. Kunnossapitotoimenpiteet (salainen)

LIITE 3. TPM FMEA -mallipohja (salainen)

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö laadittiin Yritysyksikkö Oy:lle. Yritysyksikkö Oy valmistaa pääasiassa sähkövoimatekniikan tuotteita eri kokoluokissa. Tuotteiden valmistuksen automaatioaste on viime vuosina kasvanut merkittävästi ja lyhentyneiden läpimenoaikojen ansiosta tehtaalta valmistuukin jo reilusti yli kolme miljoonaa tuotetta vuosittain. Automaation kasvu tuotannossa on luonut tarpeen kunnossapidon kehittämiseksi ja standardoinnille tuotantolinjojen häiriöttömän toiminnan varmistamiseksi.

Opinnäytetyön toimeksiantona oli laatia yhdelle automatisoidulle tuotantolinjalle ehkäisevään kunnossapitoon perustuva huolto-ohjelma, sillä sellaista ei toimeksianton hetkellä vielä ollut olemassa. Aihe rajattiin käyttäjäkunnossapitoon, eli tuotantolinjaa operoivan henkilöstön suorittamiin huoltotoimenpiteisiin. Toimeksianton lähtökohtana oli, että huolto-ohjelman luominen sisältäisi kunnossapitotoimenpiteiden kartoituksen ja ohjeistuksen niiden suorittamiselle, toimenpiteiden suoritusvälien määrittämisen sekä tarkastuslistan laatimisen toimenpiteiden suorittamisen seuranta varten.

Tutkimuksen kulku etenee Lean-ajattelun ja kunnossapidon teorian kautta huolto-ohjelman kehittämisvaiheen edistymisen raportointiin sekä perusteluun. Työn tietoperustaa luodaan katsauksella tuottavan kunnossapidon (TPM) konseptiin sekä standardien määritelmiin kunnossapidosta, kunnossapitolajeista sekä kunnossapidon tunnusluvuista. Kehittämisvaiheessa perehdytään toimeksiantajayrityksen kunnossapidon lähtötilanteeseen ja määritellään huolto-ohjelman toimenpiteitä muun muassa laitevika-ajasta tehtyyn Pareto-analyysiin perustuen. Työn lopussa esitellään opinnäytteen tulokset sekä jatkokehitysmahdollisuuksia.

Opinnäytetyössä käsitellään luottamuksellista aineistoa, jonka vuoksi julkaisuversioista on toimeksiantajaan liitettävissä olevia tietoja sensuroitu.

2 LEAN-AJATTELU JA TUOTTAVA KUNNOSSAPITO

Lean esitetään kirjallisuudessa ennen kaikkea ajattelutapana. Ajattelutapana, joka eroaa radikaalisti valtavirrasta yritysten johtoryhmien ajattelutavoissa. Se on saanut alkunsa Toyotan tuotantojärjestelmästä, englanniksi Toyota Production System tai lyhyesti TPS. Toyotan alkuperäinen ajattelumalli, jonka mukaan työ on dynaamista, ihmiskeskeistä sekä yhtenäistä, on kiistatta osoittautunut kilpailijoitaan tuottavammaksi yritysmallissa. Tätä väitettä tukee johtavien Lean-ajattelijoiden kahdenkymmenen vuoden tutkimustyö aiheesta. (Bollé, Jones, Chaize & Fiume 2017, 5-8.)

Leanin ydinajatuksena on maksimoida asiakkaalle tuotettu arvo ja samalla minimoida hävikki. Lean-ajattelun omaksuneet yritykset ymmärtävät asiakasarvon merkityksen ja panostavat prosessiensa jatkuvaan kehittämiseen sen lisäämiseksi. Leanin suurin tavoite on tarjota asiakkaalle arvoa täydellisen prosessin kautta, jossa ei ole hävikkiä. (Lean Enterprise Institute 2018)

Tälle opinnäytetyölle oleellisessa asiayhteydessä, hävikin käsitettä tarkastellaan enemmän kappaleessa 2.2.3.

2.1 Leanin viisi pääperiaatetta

Kirjallisuuden mukaan Leanilla on viisi pääperiaatetta. Periaatteet rakentuvat toistensa päälle, ja muodostavat täten jatkuvan kehittämisen syklin. Viisi pääperiaatetta ovat arvo, arvovirta, virtaus, imu sekä täydellisyys (katso Kuvio 1).



Kuvio 1. Leanin viisi pääperiaatetta. (Lean Global Network 2018, muokattu.)

Leanin pääperiaatteet selitettynä:

1. *Asiakasarvolla* tarkoitetaan arvoa, josta asiakas on valmis maksamaan. Arvon tunnistamisessa voidaan käyttää apuna kysymyksiä kuten: Mitä asiakkaamme todella haluaa? Miksi ja milloin asiakas tarvitsee tuotteen? Mitä vaatimuksia tai odotuksia asiakkaalla on?
2. *Arvovirralla* tarkoitetaan niiden arvoa tuottavien prosessien luomaa virtaa, jonka läpi tuote kulkeutuu raaka-aineista valmiiksi tuotteeksi asiakkaan tarpeisiin. Arvovirran kuvaamisessa on tärkeää tunnistaa prosessien arvoa tuottamattomat aktiviteetit, eli hävikki, ja eliminoida se.
3. *Virtauksella* tarkoitetaan arvoa tuottavien aktiviteettien jouhevaa toimintaa ilman katkoksia tai viivästyksiä.
4. *Imulla* tarkoitetaan vastaamista asiakkaan tarpeeseen silloin kun tarve on, eikä etukäteen. Tällöin tuote valmistetaan juuri oikeaan aikaan, englanniksi

Just-In-Time tai lyhyesti JIT -periaatteen mukaisesti, ja vältetään ylimääräisen materiaalin tai valmiiden tuotteiden varastointikulut.

5. *Täydellisyyteen* pyrkimisellä tarkoitetaan Lean-ajattelun kokonaisvaltaista omaksumista organisaatiossa ja jokaisen yksilön pyrkimystä täydellisyyteen omassa tehtävässään. Tähän kiteytyy myös jatkuvan parantamisen konsepti. (LeanKit Inc. 2018).

2.2 Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito

Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito on suomennos englanninkielisestä termistä Total Productive Maintenance. Käsite tunnetaan maailmanlaajuisesti lyhenteellä TPM. (Järviö & Lehtiö 2017, 147.) TPM-ajattelu tuli tunnetuksi ensimmäisen kerran vuonna 1971 erään Toyota Motor Corporationin alihankkijan toimesta. Ajattelun periaatteet kehittyivät Lean-konseptin mukana tukemaan Lean-tuotantojärjestelmää.

TPM on tavallinen osa Lean-tuotantoa ja sen tarkoituksena on optimoida laitteiden tehokkuus, eliminoida häiriöt sekä korostaa operaattorien päivittäin tekemää itsestä kunnossapitoa. TPM:ssä hyödynnetään ennakoivia sekä asteittaisia kunnossapitometodeja, ja vaatii toimiakseen operaattorien, tuotantotekniikasta vastaavan osaston sekä laitteiden toimittajien tietämystä sekä yhteistyötä. (Ahuja & Khamba 2008, 715-717.) Tuotanto- sekä kunnossapitohenkilöstön yhteistyötä voidaan kutsua myös *käynnissäpidoksi*. (Järviö & Lehtiö 2017, 30.) TPM:n onnistunut implementointi organisaatiossa mahdollistaa operatiivisten kulujen alenemisen, laitteiden pidemmän elinkaaren sekä pienemmät kunnossapitokustannukset ja parantaa näin koko yrityksen kannattavuutta. (Ahuja & Khamba 2008, 718.)

TPM:n kokonaisvaltaisuudella tarkoitetaan seuraavia asioita:

- *Kokonaistehokkuus*; tehokkuuteen pyrkiminen taloudellisin mittarein mitattuna.

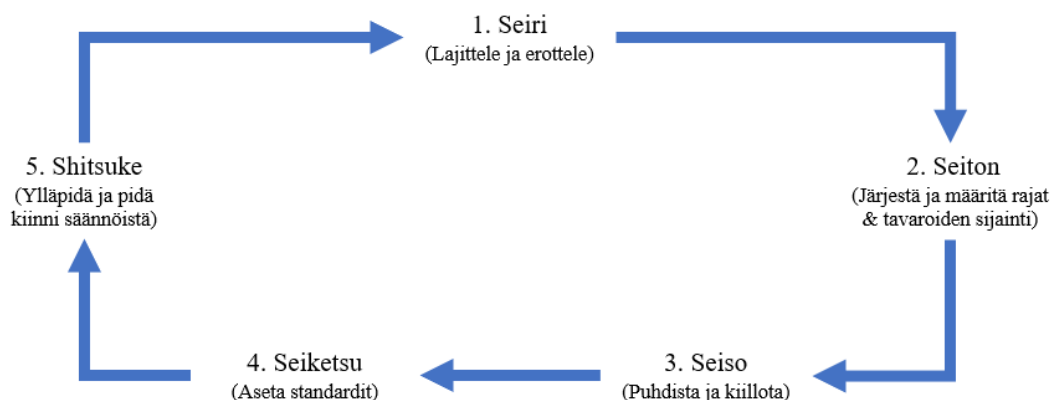
- *Kokonaiskattavuus*; kunnossapitotarpeiden vähentäminen sekä huolto ja korjaustoimenpiteiden helpottaminen ehkäisevän kunnossapidon sekä rakenteiden muuttamisen avulla.
- *Kokonaisvaltainen osallistuminen*; häiriöttömän toiminnan saavuttaminen vaatii kaikkien osallistumisen, osatekijöinä toimivat yrityksen kaikki funktiot sekä henkilöt, asemasta riippumatta. (Järviö & Lehtiö 2017, 148.)

TPM-ajattelu toimii tämän opinnäytetyön perustana ja seuraavissa kappaleissa on esitelty TPM:n keskeisimpiä käsitteitä.

2.2.1 5S tuottavan kunnossapidon perustana

5S otettiin käyttöön ensimmäisenä Japanissa 1960-luvulla osaksi Toyotan tuotantojärjestelmää, eli TPS:ää. (Randhawa & Ahuja 2017, 337.) 5S:llä tarkoitetaan järjestelmällistä kehitysprosessia, jonka avulla luodaan ja mitataan tehtaan siisteyttä ja järjestystä. (Laine 2010, 81.) 5S-prosessin vaiheet (katso Kuvio 2) on suunniteltu parantamaan tehokkuutta, vahvistamaan suorituskkyä sekä tuomaan jatkuvan parantamisen kulttuuria kaikille organisaation tahoille. (Randhawa & Ahuja 2017, 337.)

5S-prosessi on tuottavan kunnossapidon perusta ja siihen liittyvät aktiviteetit toimivat TPM-ohjelman käynnistämisen edellytyksinä yrityksessä.



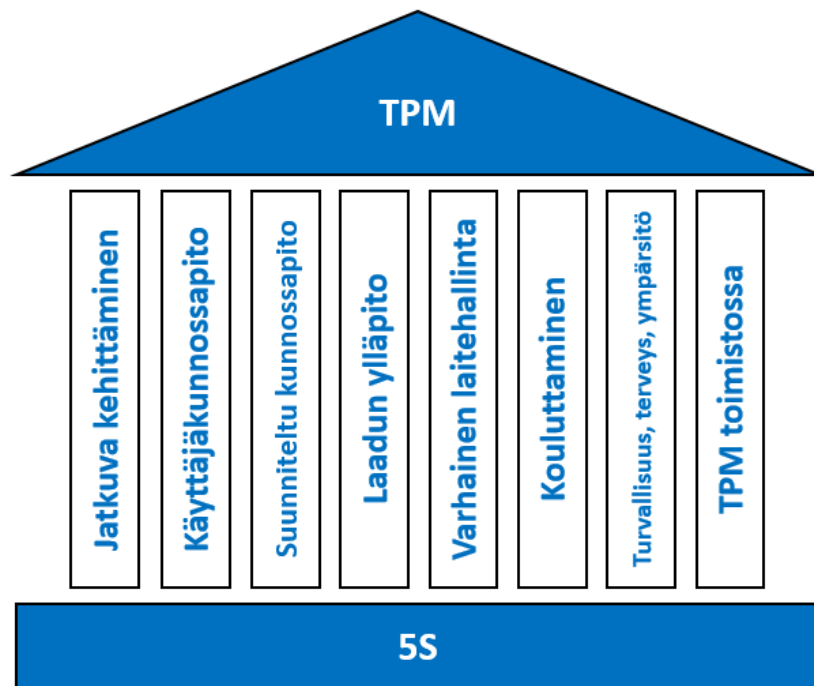
Kuvio 2. 5S-prosessin vaiheet. (Laine 2010, 82., muokattu.)

Prosessin vaiheet selvennettyinä:

1. **Seiri** (*lajittele ja erottele*) on työalueen- ja tilan tehokasta hyödyntämistä. Välineet ja materiaalit, joita työn tekemisessä todella tarvitaan, lajitellaan ja erotellaan niistä, joita työssä ei tarvita. Seirin hyötyjä ovat tilan tehokas käyttö, tavaroiden etsimiseen kuluvan ajan väheneminen sekä mahdollisten vaurioiden helpompi huomattavuus.
2. **Seiton** (*Järjestä ja määritä rajat & tavaroiden sijainti*) tarkoittaa välineiden ja materiaalien tms. sijoituspaikkojen määrittämistä. Seitonilla pyritään tekemään työn kulusta jouhevampaa, sijoittelemalla tarvittavat materiaalit ja välineet siten, että kuka tahansa voi löytää ne helposti. Tämän avulla esimerkiksi tuotannossa tapahtuvat virheet vähenevät.
3. **Seiso** (*Puhdista ja kiillota*) on työympäristön, sisältäen myös laitteet ja varastopaikat, puhtaana pitämistä. Puhdistamisen ja kiillottamisen hyötyjä ovat vähentyneet laitehäiriöt, parantunut tuotteiden laatu sekä turvallisempi ja hyväntuulisempi työympäristö.
4. **Seiketsu** (*Aseta standardit*) vakiinnuttaa kolmen edellisen vaiheen aktiviteetit siten, että työympäristön tuottavuus ja järjestys säilyvät. Vakiinnuttamisen apuvälineenä tarkastuskierrokset.
5. **Shitsuke** (*Ylläpidä ja pidä kiinni säännöistä*) tarkoittaa 5S-kulttuurin ylläpitämistä. Ylläpitämisen keinoja ovat esimerkiksi selkeät visuaaliset ohjeet järjestyksen ylläpitämiseen, kouluttaminen sekä sisäiset auditoinnit. (Randhawa & Ahuja 2017, 339-340.; Laine 2010, 83-84.)

2.2.2 Tuottavan kunnossapidon kahdeksan tukipilaria

Perinteisen lähestymistavan mukaan TPM muodostuu 5S-perustasta sekä kahdeksasta tukipilarista (katso Kuvio 3). Pilarit ovat TPM-toimintaa tukevia ennakoivia aktiviteetteja, joiden avulla laitteiston luotettavuutta voidaan parantaa.



Kuvio 3. Tuottavan kunnossapidon kahdeksan tukipilaria. (Vorne Industries Inc. 2018, muokattu.)

Alla on lueteltu tukipilarien tehtäviä sekä niiden tuomia hyötyjä:

- Jatkuva kehittäminen
 - Toistuvat ongelmat tunnistetaan ja ratkaistaan poikkifunktionaalisissa työryhmissä.
 - Yhteenlyömällä yrityksen osaamisen eri funktioista luodaan jatkuvan kehittämisen koneisto.
- Käyttäjäkunnossapito
 - Korostaa operaattorien ”omistajuutta” sekä lisää tietämystä laitteistosta.
 - Varmistaa että laitteisto on puhdistettu sekä voideltu
 - Havaitsee ongelmat ennen kuin niistä aiheutuu vikaantumista.
 - Vapauttaa huoltohenkilökunnan vaativimpiin kunnossapitotehtäviin.

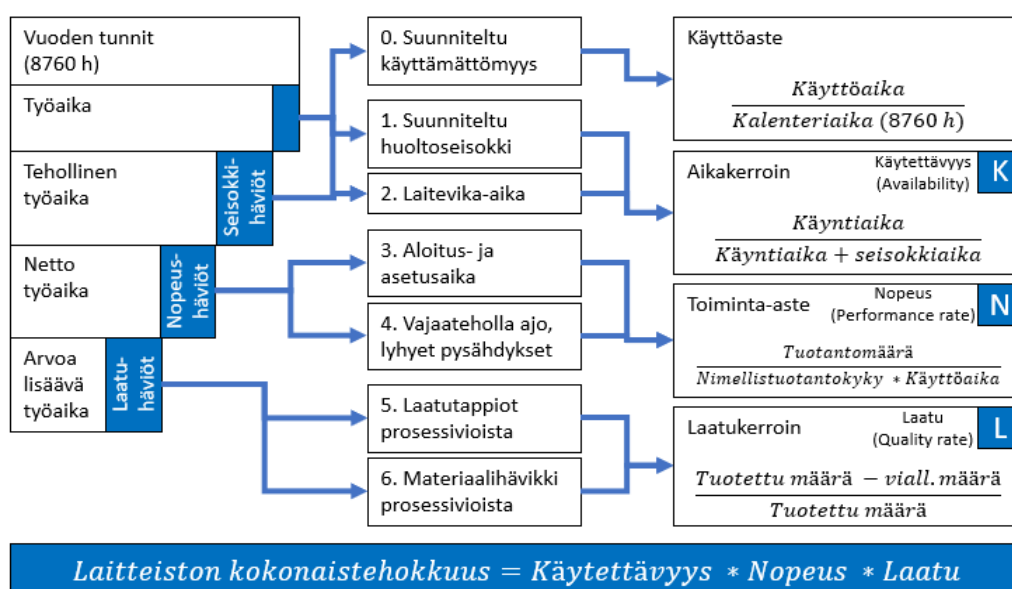
- Suunniteltu kunnossapito
 - Vähentää huomattavasti suunnittelematonta seisokkiaikaa.
 - Mahdollistaa huoltojen tekemisen laitteiston käytön kannalta suotuisina ajankohtina.
 - Laadun ylläpito
 - Vähentää laatuviikkojen määrää.
 - Keskittyy laatuviikkojen juurisyiden poistamiseen.
 - Varhainen laitehallinta
 - Uudet laitteet saadaan nopeammin täyteen käyttövalmiuteen minimoimalla alkukankeudet.
 - Kouluttaminen
 - Operaattorien taidot kehittyvät rutiininomaiseksi laitteiston huoltamiseksi sekä syntyvien ongelmien havaitsemiseksi.
 - Huoltohenkilöstö oppii uusia ennakoivan kunnossapidon käytäntöjä.
 - Esimiehille TPM koulutusta sekä valmius valmentaa työntekijöitä.
 - Turvallisuus, terveys, ympäristö
 - Luo tapaturmattoman työpaikan eliminoimalla potentiaaliset terveys ja turvallisuusriskit.
 - TPM toimistossa
 - Vie TPM:n tuomat hyödyt tuotannosta toimistoon tunnistamalla hallinnollisen puolen hävikit.
 - Paremmin toimiva hallinto tukee myös tuotannon toimia.
- (Vorne Industries Inc. 2018, b)

2.2.3 Käytettävyys, nopeus ja laatu mittareina

KNL-laskennalla, englanninkieliseltä nimeltään OEE (Overall Equipment Efficiency), tarkoitetaan laitteiden kokonaistehokkuuden laskemista. KNL-laskentaa voidaan pitää TPM:n keskeisimpänä mittarina. Kokonaistehokkuuden

laskentakaava, KNL, muodostuu käytettävyyden (K), nopeuden (N) sekä laadun (L) tulosta (katso Kuvio 4).

KNL:ää laskettaessa on otettava huomioon kohteena olevan prosessin ominaispiirteet. Esimerkiksi raaka-aineen laadun vaikutus tuotannon nopeuteen tai lyhyet tuotantosarjat sekä tiheällä aikavälillä tapahtuvat tuotevaihdot ovat tämänkaltaisia piirteitä. Tämänkaltaisissa prosesseissa voidaan joutua laskemaan hieman epätarkoilla luvuilla, mutta on muistettava, että KNL-laskennassa tärkeintä on pystyä seuraamaan kokonaistehokkuuden kehitystä pidemmällä aikavälillä, eikä niinkään absoluuttisen luvun selvittäminen. (Laine 2010, 19-21.)



Kuvio 4. KNL-kaavio, kuusi suurta hävikkiä. (Laine 2010, 20., muokattu.)

2.2.4 Kuusi suurta hävikkiä

Hävikkien tarkastelua sekä hävikkiä vastustavia toimenpiteitä on korostettu Lean-ajattelussa entistä enemmän viime vuosina. Hävikkien tarkastelu prosesseissa on yksi TPM-ajattelun lähtökohdista. Tuotantoprosesseissa esiintyvät kuusi suurta hävikkiä saadaan suoraan kokonaistehokkuuden kaaviosta (katso Kuvio 4). (Laine 2010, 24.)

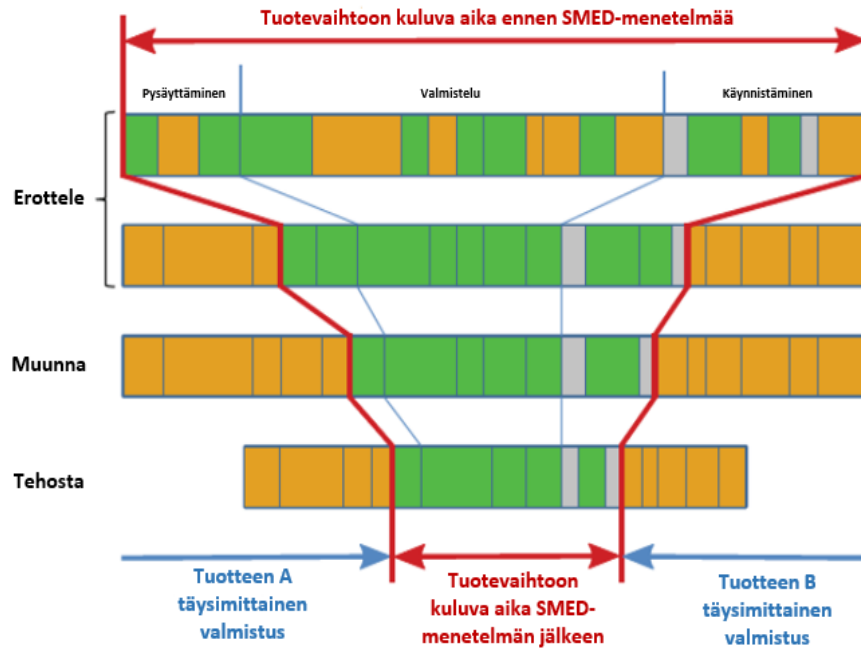
2.2.5 Asetusajan vähentäminen

Asetusajan vähentäminen, englanniksi Single-Minute Exchange of Dies (SMED), on menetelmä, jonka avulla pyritään vähentämään tuotantolinjoilla tapahtuviin tuotevaihtoihin kuluva aikaa. (Vorne Industries Inc. 2018) Tuotevaihtoihin kuluva aika määritellään edellisen tuotantoerän viimeisen, sekä seuraavan erän ensimmäisen, hyvän tuotteen valmistumisen välissä kuluneeksi ajaksi. Tuotevaihtoon käytetty aika on tyypillinen esimerkki hävikistä. (Sabadka, Molnar & Fedorko 2017, 188.)

SMED jakaa vaihtoprosesseihin liittyvät tehtävät kahteen ryhmään:

- **Sisäiset tehtävät:** toimet, jotka täytyy suorittaa laitteen ollessa pysähtyneissä
- **Ulkoiset tehtävät:** toimet, jotka voidaan suorittaa laitteen ollessa käynnissä.

Käytännössä SMED-menetelmä (katso Kuvio 5) ja asetusaajan vähentäminen etenee seuraavasti: Aloitusvaihe pitää sisällään sisäisten ja ulkoisten tehtävien tunnistamisen sekä niiden erottelun. Tavoitteena on erottaa vaihtoprosessin ulkoiset tehtävät sisäisistä ja siirtää ne tapahtuvaksi ennen asetusaikaa tai sen jälkeen. (Vorne Industries Inc. 2018) Seuraavassa vaiheessa muunnetaan sisäisiä tehtäviä ulkoisiksi mahdollisuuksien puitteissa. Lopuksi jäljelle jääneet toimet yksinkertaistetaan, joka entisestään tehostaa vaihtoprosessia. (Sabadka ym. 2017, 188.)



Kuvio 5. SMED-menetelmän vaiheet ja niiden vaikutus vaihtoprosessiin kuluvaan aikaan. Kuviossa ulkoiset tehtävät oranssiksi ja sisäiset vihreäksi värjättyinä. (Lopes, Freitas & Sousa 2015, 123.)

3 KUNNOSSAPIDON TEORIA

Kunnossapito on määritelty standardissa PSK 6201:2011 seuraavasti: ”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elin jakson aikana.” PSK Standardisoinnin määritelmä pyrkii mukailemaan SFS-EN 13306 standardissa esitettyä versiota. (PSK Standardisointi, PSK 6201:2011, 2-3.)

3.1 Vikaantuminen

Vikaantumisella tarkoitetaan tapahtumaa, joka aiheuttaa laitteelle tai kohteelle kyvyttömyyden toteuttaa haluttua toimintoa. Vikaantumisen ilmetessä voidaan laitteessa tai kohteessa todeta vika.

Vika on määritelmältään tila, jonka aikana laite tai kohde ei kykene suorittamaan haluttua toimintoa. Tilanteita, joissa laite tai kohde on toimintakyvyn ennalta suunnitellun toimenpiteen tai resurssipulan seurauksena, ei luokitella vikatiloiksi. Vika on yleensä vikaantumisen seuraus.

Vika voi olla tyypiltään häiriö tai vaurio. Häiriön vallitessa laite ei ole varsinaisesti rikki, mutta vaatii välittömiä korjaustoimenpiteitä. Häiriössä toimintakyky voidaan palauttaa esimerkiksi puhdistamalla, säätämällä tai uudelleenkäynnistämällä laite. Vauriossa laite on rikkoutunut ja vaatii usein *korjaavia kunnossapitotoimenpiteitä*. (Järviö & Lehtiö 2017, 71.) Korjaavan kunnossapidon konsepti on määritelty tässä opinnäytteessä kappaleessa 3.3.2.

3.2 Kunnossapidon tavoitteet

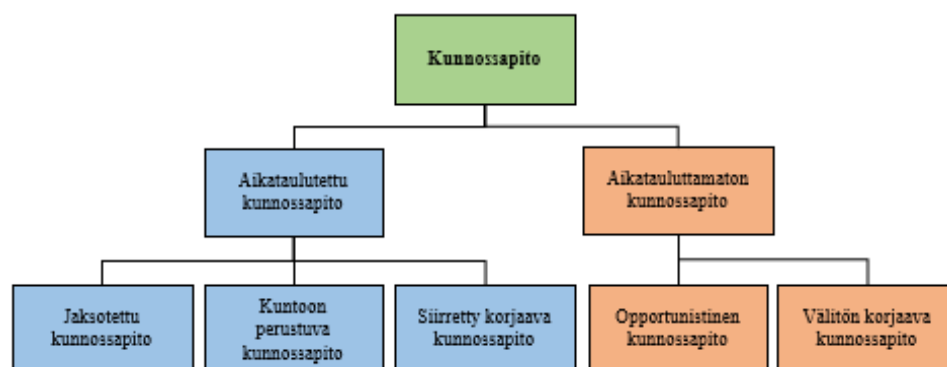
Kunnossapidon keskeisimpinä tavoitteina voidaan pitää tuotantolinjan korkean *konaistehokkuuden (KNL)* sekä erinomaisen käyttövarmuuden saavuttamista. Näihin tavoitteisiin pääseminen luo edellytykset myös korkeatasoiselle käytettävyydelle ja käyttöasteelle. Hyvällä käyttövarmuudella ilmaistaan myös toiminnan luotettavuutta.

Tavoitteiden saavuttamista voidaan seurata kunnossapidon tunnuslukujen avulla, joista tärkeimmät on esitelty standardissa PSK 7501:2010 (Järviö & Lehtiö 2017, 59.) sekä tässä opinnäytteessä kappaleessa 3.4.

3.3 Kunnossapitolajit

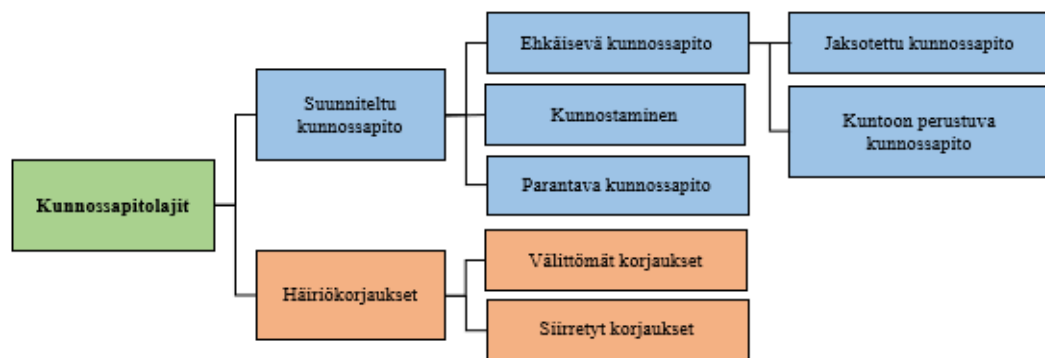
Kunnossapitoaktiviteettien jakaminen lajeihin on tehokkaan johtamisen perusta. Jaon avulla voidaan mm. tarkastella kunnossapidon tehokkuutta vertailemalla eri lajeihin kuluneita kustannuksia taikka työtunteja. (Järviö & Lehtiö 2017, 46.)

Suomen Standardisoimisliitto jakaa kunnossapitolajit aikataulutettuihin sekä aikatauluttamattomiin (Kuvio 6). Esitetystä, vuonna 2017 julkaistusta, standardista ei tämän opinnäytteen tekohetkellä ole saatavilla suomenkielistä versiota. Tämän vuoksi termit tulee mieltää vapaasti suomennetuiksi.



Kuvio 6. Kunnossapitolajit Suomen Standardisoimisliiton mukaan. (SFS-EN13306:2017:en, 59., muokattu.)

PSK Standardisoinnin esityksen mukaan (katso Kuvio 7) kunnossapitolajit jaetaan sillä perusteella, että ovatko ne suunniteltuja vai tuotannon häiriöstä aiheutuneita.



Kuvio 7. Kunnossapitolajit PSK Standardisoinnin mukaan. (PSK 6201:2011, 22.)

3.4 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito on standardeissa määritelty seuraavasti:

”Määrätyin välein tai suunniteltujen kriteerien täytyessä pienennetään vikaantumisen mahdollisuutta tai kohteen toiminnan heikkenemistä.” (SFS-EN 13306, 2010) Uusimmassa, kirjoitushetkellä ainoastaan englannin kielellä saatavilla olevassa, vuoden 2017 SFS-EN 13306 standardissa määritelmä on pysynyt samana.

”Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen.” (PSK 6201 2011, 22.)

Ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteitä voidaan suorittaa tarvittaessa (Järviö & Lehtiö 2017, 50.) tai jaksotetusti. Esimerkiksi käyttötunteja, kalenteriaikaa tai tuotantomääriä voidaan käyttää kunnossapitotoimenpiteiden suoritusvälin määrittämiseen. Tällöin toimenpiteitä voidaan kutsua myös *jaksotetuksi kunnossapidoksi*. Huolto on termi, joka liitetään jaksotettuun kunnossapitoon. Huolto pitää sisällään laitteiston tarkastamista, säätämistä, puhdistamista, suodattimien vaihdot sekä muita vastaavanlaisia toimenpiteitä. (PSK 6201 2011, 22.)

3.5 Korjaava kunnossapito

Korjaavalla kunnossapidolla tarkoitetaan kunnossapitoa, joka on suunnittelema-
tonta ja aiheuttaa tuotantohäiriön, kunnostamista tai kuntoon perustuvaa suunnitel-
tua korjausta. (PSK 6201 2011, 23.) Korjaava kunnossapito voi siis olla niin suun-
nittelematonta kuin myös suunniteltua. Kyseisen kunnossapitolajin tavoite on saat-
taa vikaantunut osa tai laite takaisin käyttökuntoon. Kunnossapitolajiin kuuluvia
toimenpiteitä ovat vian määrittäminen, tunnistaminen, paikantaminen sekä korjaus
ja käyttökunnon palauttaminen (Järviö & Lehtiö 2017, 51.)

3.6 Parantava kunnossapito

SFS-EN standardin tuntemalla ”parantamisen” käsitteellä tarkoitetaan kaikkia tek-
nisiä, hallinnollisia sekä johdon toimia, joiden tarkoituksena on kohentaa kohteen
luotettavuutta, kunnossapidettävyyttä tai turvallisuutta ilman, että itse kohteen toi-
mintoa muutetaan. (SFS-EN 13306 2017, 40.) PSK Standardisoinnin tulkinta pa-
rantavasta kunnossapidosta on suppeampi mutta yhdenmukainen SFS-EN 13306
kanssa.

3.7 Kunnossapidon tunnuslukuja

Standardissa PSK 7501:2010 on esitetty prosessiteollisuudelle keskeiset tunnuslu-
vut. Standardia sovelletaan kunnossapitotoiminnan arvioimiseen, vertailuun sekä
kehittämiseen. Tunnuslukuja käytetään muun muassa johtamisen apuvälineinä ja
tavoitteiden asettamisessa.

3.7.1 Kunnossapito ja pääoma

Pääomaan liittyvät tunnusluvut (katso Taulukko 1) mittaavat kunnossapidon mer-
kitystä yrityksen sisällä. Mitä suurempi painoarvo laitteilla ja koneilla on yrityksen
tuotannossa, sitä merkityksellisempää on myös niiden kunnossapito.

Taulukko 1. Kunnossapidon ja pääoman tunnusluvut. (PSK 7501:2010, 6., muokattu)

Tunnus	Nimi	Yksikkö	Laskentakaava tai määrittely
M511.1	Liiketoiminnan pääomavaltaisuus	%	$\frac{\text{Tuotantokoneet}}{\text{Liikevaihto}}$
M511.2	Oman jalostustoiminnan pääomavaltaisuus	%	$\frac{\text{Tuotantokoneet}}{\text{Jalostusarvo}}$
M511.3	Integraatioaste	€/kpl	$\frac{\text{Tuotantokoneet}}{\text{Käytön vakanssit}}$
M511.4	Vuotuiset laitepääoman kustannukset	€	$\text{Kunnossapitokustannukset} + \text{Poistot} + \text{Korot}$
M511.5	Kunnossapidon laitekeskeisyys	%	$\frac{\text{Kunnossapidon laitekeskeisyys}}{\text{Kunnossapitokustannukset}}$

3.7.2 Tuotantojärjestelmän tehokkuus ja luotettavuus

Tuotantojärjestelmän tehokkuuden tunnuslukuja käytetään kunnossapitotoiminnan kehittämiseen. Toiminnan kehityksellä on positiivinen vaikutus tuotannon kokonaistehokkuuteen. PSK Standardisoinnin esittämät tuotantojärjestelmän tehokkuuden tunnusluvut, eli kokonaistehokkuus (katso Kuvio 4), on tässä opinnäytetyössä käsitelty kappaleessa 2.2.3.

Häiriökehitystä sekä tuotantolinjan luotettavuuden saavuttamista kunnossapidon avulla seurataan tuotantojärjestelmän luotettavuuden (katso Taulukko 2) tunnusluvuilla. Näitä tunnuslukuja on mahdollista käyttää yhdessä muiden tunnuslukujen kanssa, esimerkiksi kunnossapidon ja tuotannon laadun välisen yhteyden tutkimiseen.

Taulukko 2. Tuotantojärjestelmän luotettavuuden tunnusluvut. (PSK 7501:2010, 7., muokattu)

Tunnus	Nimi	Yksikkö	Laskentakaava tai määrittely
M513.1	Keskimääräinen häiriökorjaus	€	$\frac{\text{Häiriökorjaus}}{\text{Häiriöiden lukumäärä}}$
M513.2	Häiriökorjausosuus	%	$\frac{\text{Häiriökorjaus}}{\text{Kunnossapidon palkkakustannukset} + \text{Materiaali} + \text{Ostetut palvelut}}$
M513.3	Keskimääräinen odotusaika (MWT)	h	$\frac{\text{Odotusaikojen summa}}{\text{Häiriöiden lukumäärä}}$
M513.4	Keskimääräinen korjausaika (MTTR)	h	$\frac{\text{Korjausaikojen summa}}{\text{Häiriöiden lukumäärä}}$
M513.5	Keskimääräinen vikaväli (MTBF)	h	$\frac{\text{Kokonaisaika}}{\text{Häiriöiden lukumäärä}}$
M513.6	Häiriökorjaustyön osuus	%	$\frac{\text{Häiriökorjaustyö}}{\text{Kunnossapitotyö}}$
M513.7	Toiminnan hallittavuus	%	$\frac{\text{Ylityö} + \text{Suunnittelematon työ}}{\text{Kunnossapitotyö}}$

4 HUOLTO-OHJELMAN KEHITTÄMISEN VAIHEET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ehkäisevään kunnossapitoon perustuva jaksotettu huolto-ohjelma sähkövoimatekniikan tuotteiden valmistukseen käytettävälle, pitkälti automatisoidulle tuotantolinjalle. Huolto-ohjelman laadinta rajattiin käyttäjäkunnossapitoon, eli linjan toimintaa valvovien operaattoreiden vastuulla oleviin kunnossapitotoimenpiteisiin.

4.1 Tuotantolinjan toiminnalliset vaatimukset

Tuotantolinjan toiminnalliset vaatimukset saadaan suoraan yrityksen asiakasstrategiasta. Asiakasstrategian tulisi pitää sisällään käynnissäpidon tavoitteita sekä operatiiviset suunnitelmat, kuten esimerkiksi vuosisuunnitelman ja budjetin. Tuotantolinjan toimintaa strategian edellytyksenä voidaan tarkastella eri näkökulmista (katso Taulukko 3.). (Laine 2010, 124.)

Taulukko 3. Tuotantolinjan toiminnan edellytykset strategia näkökulmasta. (Laine 2010, 124., muokattu)

Asiakasnäkökulma	Taloudellinen näkökulma	Henkilöstönäkökulma
<ul style="list-style-type: none"> - Ajallaan olevat toimitukset - Asiakasta tyydyttävä laatu 	<ul style="list-style-type: none"> - Tuotantokustannusten edullisuus - Investointien tuottavuus - Siirtyminen ennakoiwaan kunnossapitoon 	<ul style="list-style-type: none"> - työturvallisuus - työmotivaatio - yhteistyö (operaattorit, kunnossapito, toimittajat) - aloitteellisuus

Huolto-ohjelman laatiminen tuotantolinjalle on tärkeää, sillä sen avulla tuotantolinjalta on mahdollista saada enemmän ja laadukkaampia tuotteita kustannustehokkaammin sekä turvallisemmin. (Laine 2010, 126.)

4.2 Valmistusprosessin ja laitteiston kuvaus

Opinnäytetyön kehitystyön kohteena olleen tuotantolinjan valmistusprosessi koostuu kuudesta päätoiminnosta (katso Kuvio 8.). Jokainen toiminto käsittää erilaista elektromekaanista laitteistoa sekä hydraulikalla ja ilmanpaineella toimivia laitteita. Tuotantolinjalla valmistettavien tuotteiden käsittely sekä siirto vaiheiden välillä tapahtuvat esimerkiksi kuljettimen sekä teollisuusrobottien avulla.



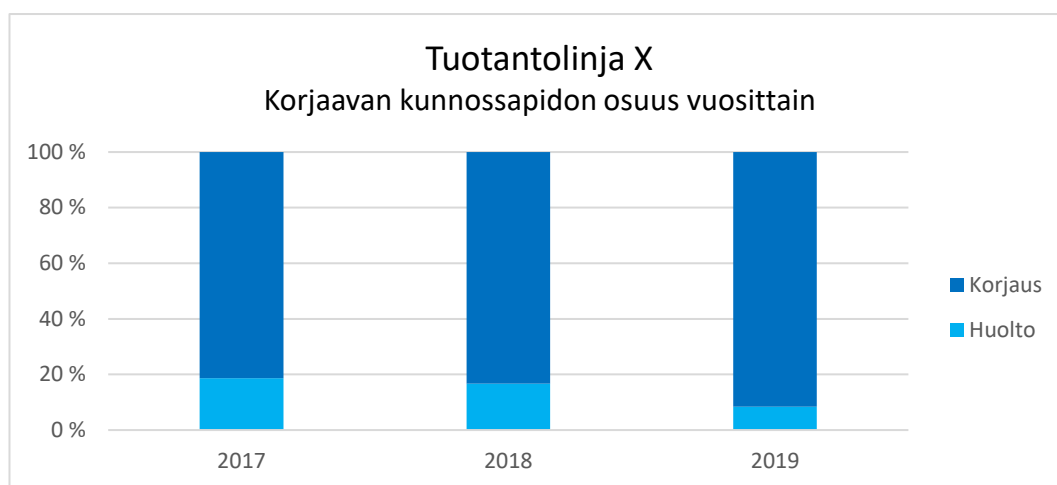
Kuvio 8. Tuotantolinja X:n pohjapiirustus ja toiminnot (Yritysyksikkö Oy 2020, sensuroitu.)

4.3 Lähtötilanne ja kehitystarve

Kunnossapidon nykytilaa sekä kehitystarvetta kartoitetaan yksinkertaisilla kysymyksillä.

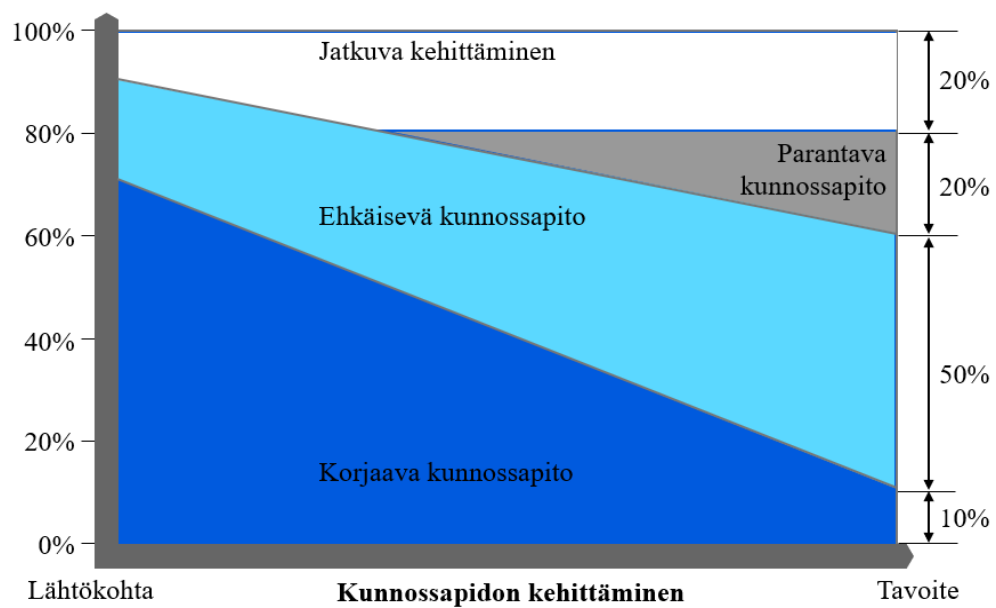
- Tehdäänkö kunnossapitoa tarpeeksi?
- Tehdäänkö kunnossapitoa liikaa?
- Onko kunnossapito kohdistettu oikeille alueille?
- Ovatko kunnossapidon toimenpiteet oikeita?
- Ovatko toimenpiteet ajoitettu oikein? (Laine 2010, 126.)

Yritysyksikkö Oy:n lähtötilanteessa selkeää ehkäisevää käyttäjäkunnossapidollista huolto-ohjelmaa eikä seurantaoperaattorien suorittamille toimenpiteille ole käytössä. Yksikön huolto-osasto kuitenkin suorittaa suunniteltua kunnossapittoa jaksotetusti ja suunniteltujen sekä korjaavien kunnossapitotoimenpiteiden suorittamista seurataan. Seurantatiedostosta saatavilla oleva data osoittaa, että huolto-osaston suorittamat toimenpiteet ovat hyvin korjauspainotteisia. (katso Kuvio 9.) Kunnossapitolajit on tässä opinnäytetyössä esitelty kappaleessa 3.3.



Kuvio 9. Huolto-osaston suorittaman korjaavan kunnossapidon osuus verrattuna suunniteltuun kunnossapittoon. (Yritysyksikkö Oy, 2019)

Jaksotetun huolto-ohjelman tavoitteina voidaan pitää tuotantolinjan laitevika-ajan vähentämistä sekä korjaavan kunnossapidon osuuden pienentämistä kaikesta tehtävästä kunnossapidosta. (Yritysyksikkö Oy, TPM Academy) Kunnossapidon kehitystarve Yritysyksikkö Oy:ssä on selkeästi tunnistettavissa verrattaessa lähtötilannetta yksikön tavoitteisiin. (katso Kuvio 10.)

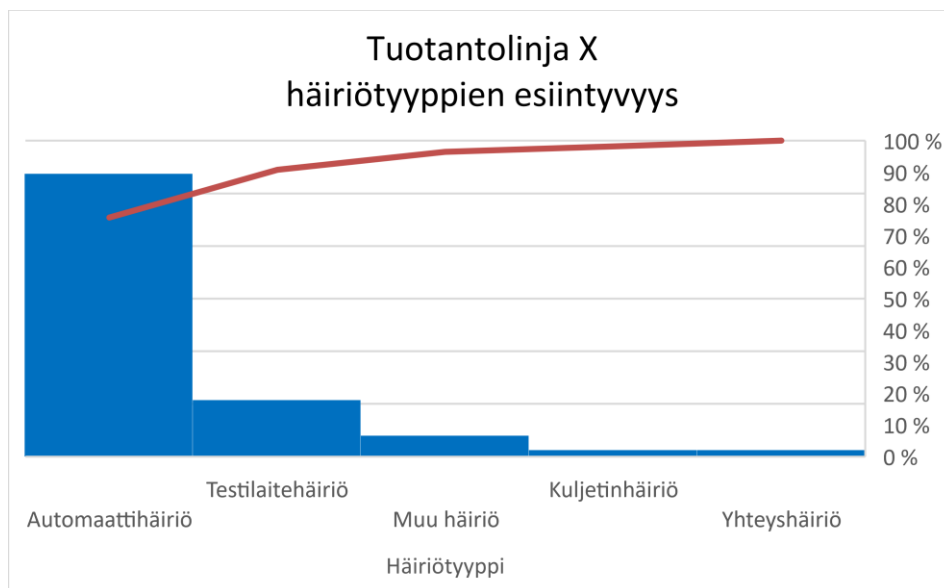


Kuvio 10. Esimerkki kunnossapidon kehityksen lähtötilanteesta ja tavoitteesta (Yritysyksikkö Oy, TPM Academy)

4.4 Kunnossapitotoimenpiteiden kartoitus

Kunnossapitotoimenpiteiden kartoitusta varten aloitettiin häiriödatan keräys tuotantolinjalla. Tuotantolinjan toimintaa valvovat operaattorit kirjasivat seurantajakson aikana esiintyneet häiriöt, sekä arvion niiden selvittämiseen kuluneesta ajasta tiedonkeräyslomakkeeseen. Häiriötyypit jaettiin tuotantolinjan toimintojen mukaan.

Seurantajakson tiedonkeräyksen perusteella voidaan todeta, että yli seitsemänkymmentä prosenttia kaikista tuotantolinjan häiriöistä esiintyvät automaattisessa kokoonpanossa. (katso Kuvio 11.)



Kuvio 11. Häiriötyyppien esiintyvyyden Pareto-kaavio seurantajakson aikana. (Yritysyksikkö Oy, 2018)

Kunnossapitotoimenpiteiden määrittämisen perusteena toimivat häiriödatan tiedonkeräysjakso, erilliset haastattelut operaattoreiden sekä kunnossapitohenkilöstön kanssa sekä laitevalmistajien huolto-ohjeet. Määritetyt kunnossapitotoimenpiteet pitävät sisällään kunnonvalvontaa, puhdistamista, voitelua sekä erinäisten komponenttien osien, kuten tartuntapintojen sekä suodattimien vaihtoa.

Määritetyt kunnossapitotoimenpiteet löytyvät liitteestä 1.

4.5 Vika-vaikutusanalyysi

Ehkäisevän kunnossapidon yksi tärkeimmistä edellytyksistä on tunnistaa vioittumisprosessit. Kun vioittumisprosessi on tunnistettu, on myös ehkäisevien kunnossapitotoimenpiteiden määrittäminen vikaantumisen estämiseksi mahdollista.

Kunnossapitotoimenpiteiden kartoitusvaihetta tukemaan laadittiin vika-vaikutusanalyysin mallipohja. Vika-vaikutusanalyysiä käytetään tuotantolinjan potentiaalisten vikaantumisten sekä niiden aiheuttamien vaikutusten tunnistamisen työkaluna. Kun vioittumistapa tunnetaan, voidaan arvioida kuinka kriittisiä ovat sen

vaikutukset ja mitä esimerkiksi vian ennakoimiseksi tai estämiseksi voidaan tehdä. (Laine 2010, 128.)

Tässä opinnäytetyössä vika-vaikutusanalyysiä ei päästy täysimittaisesti hyödyntämään johtuen aikarajoitteista. Tulevaisuudessa laadittua mallipohjaa on kuitenkin tarkoitus käyttää toimenpiteiden kartoituksen tukena, kun konseptia lähdetään kopiaamaan muille tuotantolinjoille.

Vika-vaikutusanalyysin mallipohja löytyy liitteestä 2.

4.6 Tarkastuslistojen laatiminen

Tarkastuslistoja laadittaessa määritetyt kunnossapitotoimenpiteet ryhmiteltiin tuotantolinjan toimintojen ja toimilaitteiden mukaan. Tarkastuslistassa on jokaiselle toimenpiteelle määritetty suoritusväli sekä kuittausruudukko, johon toimenpide merkataan suoritetuksi. Tarkastuslista on eräänlainen käyttäjäkunnossapidon työjono. Tarkastuslistan täyttäminen on myös keino seurata toimenpiteiden säännöllistä suorittamista.

Toimenpiteiden suoritusvälit vaihtelevat pääasiassa päivittäisistä viikoittain sekä kuukausittain suoritettaviin toimenpiteisiin.

Tuotantolinja X:n kunnossapitotoimenpiteiden tarkastuslista löytyy liitteestä 3.

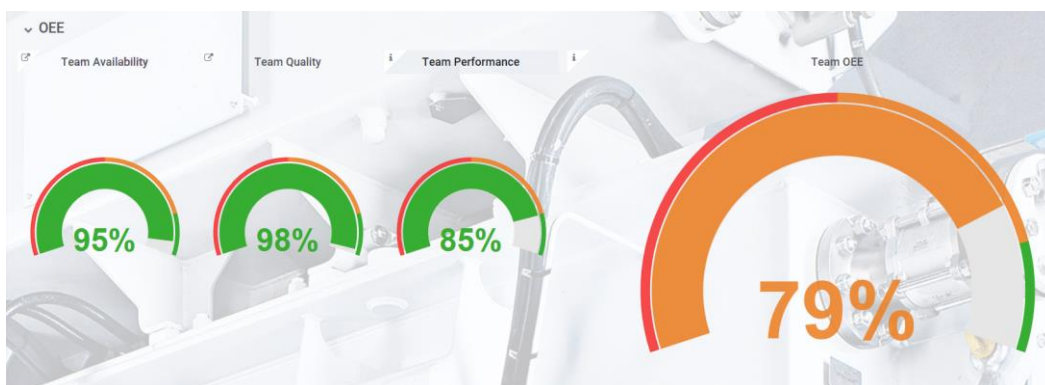
4.7 Ennakkohuolto-ohjelman jalkauttaminen tuotantoon

Ennakkohuolto-ohjelman jalkauttaminen tuotantoon tulee tapahtumaan yksikön työnjohdon toimesta. Jalkauttamisen tukena kohdehenkilöstölle tarjotaan TPM-koulutusta.

5 MITTAROINTI

Ennakkohuolto-ohjelman tavoitteena on parantaa tuotantolinjan käytettävyyttä ja nopeutta vähentämällä laitevika-aikaa sekä tuotantolinjan lyhyitä pysähdyksiä. Huolto-ohjelman tehokkuuden arvioimisen päämittarina Yritysyksikkö Oy:ssä toimii kokonaistehokkuus eli OEE. Kokonaistehokkuuden laskentakaava on tässä opinnäytteessä esitelty kappaleessa 2.2.3.

Yritysyksikössä on käytössä laitehallintajärjestelmä, jonka avulla on mahdollista kerätä tuotantolinjan laitteistosta erilaista informaatiota, kuten esimerkiksi käytettävyyteen sekä laatuun liittyvää dataa. Järjestelmän keräämä data on tulevaisuudessa mahdollista hyödyntää web-pohjaisessa sovelluksessa, jossa voidaan tarkastella esimerkiksi kokonaistehokkuutta halutulta aikaväliltä (Kuvio 12).



Kuvio 12. Demonstraatio kokonaistehokkuuden visuaalisesta esitystavasta (Yritysyksikkö Oy, 2020)

6 JATKOKEHITYS

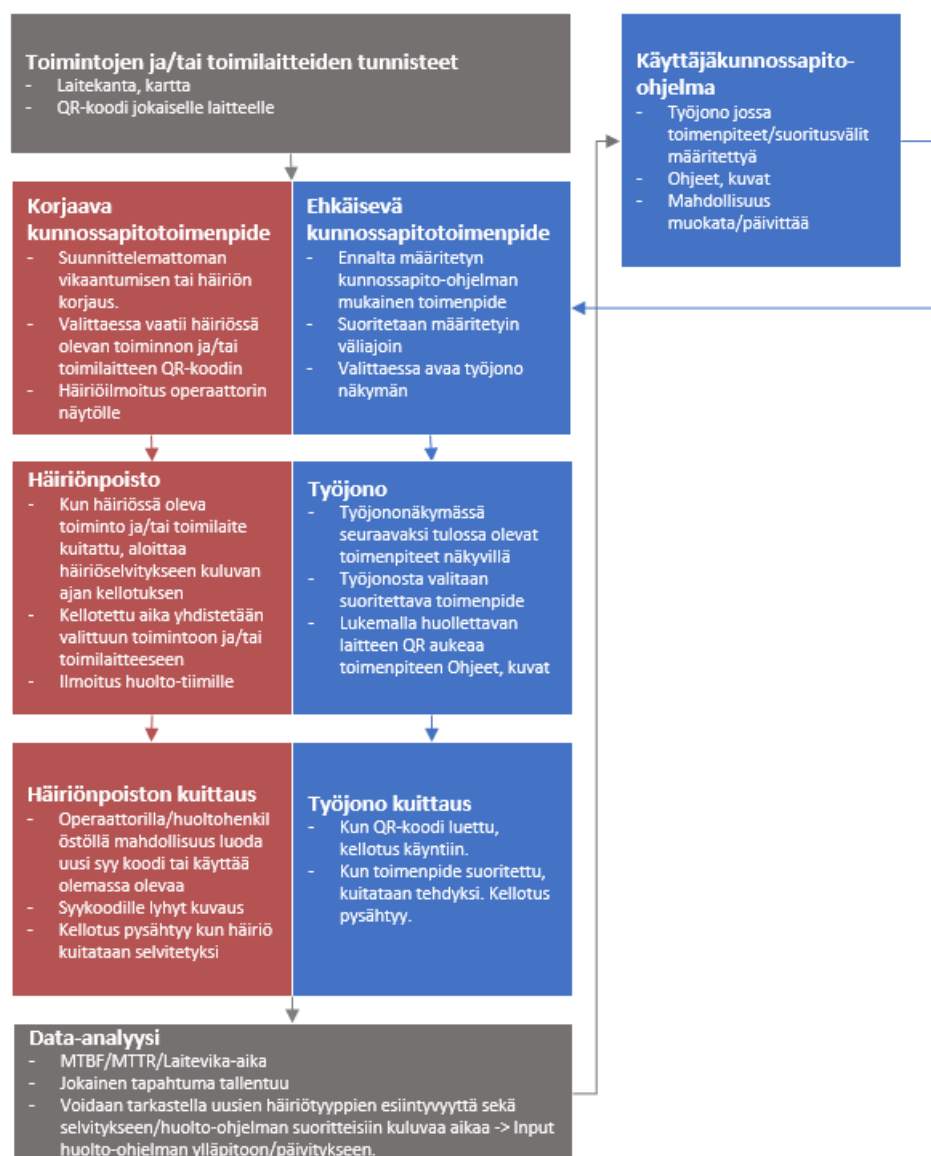
Opinnäytteen työstämisen ohella syntyi monia jatkokehitysideoita, joita ei enää saatu mahdutettua tämän työn aihelaaajuuteen mukaan. Tärkeimmät kehitysideat on kuitenkin kirjattu tähän opinnäytetyöhön jatkoa ajatellen, esimerkiksi tulevien opinnäytetöiden aiheiksi.

6.1 Huolto-ohjelma osana laitehallintajärjestelmää

Yksi jatkokehitysideoista, joka nousi esiin jo melko aikaisessa vaiheessa opinnäytetyön laadinnan aikana, oli huolto-ohjelman implementointi tuotantoon sähköisessä muodossa. Tämä toteutustapa helpottaisi varsinkin huolto-ohjelman tehokkuuden arviointiin käytettävän datan keruuta. Sähköinen toteutustapa mahdollistaisi myös esimerkiksi laitekartan, kunnossapitotoimenpiteiden suoritusohjeiden sekä tarkastuslistan yhdistämistä saman käyttöliittymän alle.

Opinnäytetyön osana laadittiinkin karkea käyttäjäkuvaus käyttöliittymäavusteisesta kunnossapitojärjestelmästä (katso Kuvio 13). Ajatuksena on tunnistein varustettu laitekanta, joka mahdollistaisi esimerkiksi QR-koodin lukemisen laitteesta tai toiminnosta älypuhelimella tai tabletilla. QR-koodin takaa aukeaisi esimerkiksi luetun toimilaitteen tai toiminnon työjono, eli tarkastuslista, sekä toimenpiteiden suoritusohjeet. Laitteiston yksilöiminen mahdollistaisi myös häiriöiden kohdistamisen tarkasti tiettyyn toimilaitteeseen ja syykkoodiin. Sähköisen työjonon avulla myös eri toimenpiteisiin kuluva aikaa voitaisiin seurata, jolloin huolto-ohjelman optimoiminen helpottuisi. Myös toimenpiteiden suorittamisen seuraaminen olisi helpompaa käyttöliittymän avulla, kun kuittauksista jäisi automaattinen aikaleima.

Huolto-ohjelman käyttöliittymä voisi olla esimerkiksi jo olemassa olevan laitehallintajärjestelmän kanssa toimiva mobiiliapplikaatio, joka mahdollistaisi käytön älypuhelimella tai tabletilla. Käyttöliittymän tulisi olla helppokäyttöinen sekä käyttäjäystävällinen minimoimalla ”klikkausten määrä”.



Kuvio 13. Käyttäjäkuvaus käyttöliittymäavusteisesta kunnossapitojärjestelmästä.

6.2 Varaosaprosessi

Opinnäytetyön ohessa yhdeksi kehitystä vaativaksi osa-alueeksi tunnistettiin tuotantolinjojen varaosaprosessi. Kriittisten komponenttien määrittäminen, kulutusosien kulutuksen arvioiminen tai laskeminen esimerkiksi huolto-ohjelman mukaan, varastointimäärät sekä osien tilausmenettely ovat kohteita, joiden tilanne tämän opinnäytteen laadintahetkellä vaatisi tarkempaa tutkimusta sekä kehittämistä.

7 KEHITTÄMISTYÖN TULOKSET

Opinnäytetyön tuloksena Yritysyksikkö Oy:lle laadittiin ehkäisevään kunnossapitoon perustuva jaksotettu huolto-ohjelma yhdelle automaattiselle tuotantolinjalle. Huolto-ohjelma sisältämille toimenpiteille laadittiin myös tarkastuslista, johon käyttäjäkunnossapidosta vastuussa olevat operaattorit kuittaavat toimenpiteet suoritetuiksi. Tulevaisuutta ajatellen kunnossapitotoimenpiteiden kartoittamisen tueksi laadittiin myös mallipohja vika-vaikutusanalyysia varten.

Lisäksi tuottavan kunnossapidon konseptin jatkokehitystä varten laadittiin karkea määritelmä siitä, miten huolto-ohjelma voitaisiin toteuttaa sähköisessä muodossa jo olemassa olevaan laitehallintajärjestelmään. Toteutustapa olisi nykyaikainen ratkaisu, joka helpottaisi datan keräystä vioittumisprosessien sekä kunnossapitotoimenpiteiden tehokkuuden analysointia varten. Hyvin toteutettuna sähköinen huolto-ohjelma olisi myös käytännöllisempi sekä ympäristöystävällisempi ratkaisu kuin paperiversio.

Mielestäni onnistuin opinnäytteessäni hyvin kartoittamaan yksikön kunnossapidon nykytilaa sekä luomaan pohjan, jonka päälle konseptia on hyvä lähteä rakentamaan. Suurin haaste opinnäytetyössä oli kunnollisen datan tai kirjanpidon puute käyttäjäkunnossapidon osalta, jonka vuoksi huolto-ohjelmaa laadittaessa tukeuduttiin hyvin pitkälti tuotantolinjan parissa työskentelevien ammattilaisten haastatteluihin sekä laitetoimittajien suosituksiin. Huolto-ohjelmasta olisi mielestäni ollut mahdollista laatia paremmin perusteltu, jos kunnollista dataa olisi ollut paremmin saatavilla analysointia varten. Opinnäytteen tulokset vastaavat toimeksiannon tavoitteita mutta huolto-ohjelman tuotantoon jalkauttamisen suunnitteluun käytetty aika jäi minimaaliseksi.

Huolto-ohjelman tehokkuutta ei tässä opinnäytetyössä päästy tutkimaan, sillä huolto-ohjelmaa ei ole opinnäytteen tekohetkellä vielä jalkautettu tuotantoon.

LÄHTEET

- Ahuja, I., Khamba, J. 2008. Total productive maintenance implementation in a manufacturing organisation. Viitattu 2.8.2018. <https://doi.org/10.1108/02656710810890890>
- Ballé, M., Jones, D., Chaize, J. & Fiume, O. 2017. The Lean Strategy. 1. painos. New York. McGraw-Hill Education.
- Järviö, J., Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito. Täyd. painos. Helsinki. Promaint ry.
- Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito. 1. painos. Helsinki. KP-Media Oy.
- Lopes, R., Freitas, F., Sousa, I. 2015. Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries. Viitattu 8.8.2018. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242015000300013>
- PSK Standardisointiyhdistys ry. 2010. Prosessiteollisuuden tunnusluvut. Helsinki. PSK Standardisointiyhdistys ry.
- PSK Standardisointiyhdistys ry. 2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. Helsinki. PSK Standardisointiyhdistys ry.
- Randhawa, J. Ahuja, I. 2017. 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. Viitattu 4.8.2018. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>
- Sabadka, D., Molnar, V., Fedorko, G. 2017. The Use of Lean Manufacturing Techniques – SMED Analysis to Optimization of the Production Process. Viitattu 8.8.2018. <https://doi.org/10.12913/22998624/76067>
- Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2010, 2017. Maintenance, maintenance terminology. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- The 5 Lean Principles. 2018. PlanView Inc. LeanKit verkkosivut. Viitattu 27.7.2018. <https://leankit.com/learn/lean/5-principles-of-lean/>
- WHAT IS LEAN? 2000-2018. Lean Enterprise Institute Inc. verkkosivut. Viitattu 15.7.2018. <https://www.lean.org/WhatsLean/>
- What is Lean? 2011-2018. Vorne Industries Inc. Viittauksia 15.7.2018 – 3.9.2018. <https://www.leanproduction.com/>
- What Is Lean? 2018. Lean Global Network verkkosivut. Viitattu 15.7.2018. <http://leanglobal.org/what-is-lean/>
- Yritysyksikkö Oy. 2017–2019.